Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

Research Article
Vol. 14, No. 3, Fall 2022, p. 399-413

The Ecological Footprint of Students for the Campus of Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

A. Koocheki[1*], M. Nassiri Mahallati[1], and M. Javadi[2]

Received: 01-06-2020
Revised: 27-06-2020
Accepted: 23-08-2020
Available Online: 13-12-2022

How to cite this article:
Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Javadi, M., 2022. The ecological footprint of students for the campus of Ferdowsi University of Mashhad (FUM). Journal of Agroecology 14(3): 399-413.
DOI: 10.22067/jag.v16i1.87148

Introduction

The ecological footprint (EF) is an area of biologically productive land capable of meeting all human needs (food, clothing, and construction) and accommodating their production waste. Therefore, the application of ecological footprint in combination with social and economic impact assessment can provide the basis for measuring triple sustainability indices (social, economic, and ecological). Universities worldwide are among the institutions that are increasingly focusing on promoting sustainability and often use ecological footprints as a good indicator for measuring their sustainability. Universities are considered to be one of the largest consumers of paper, energy, and water. Because they utilize these resources for education and research activities, it is expected that a sustainable university should minimize adverse environmental, economic, social, and health impacts and help society move towards a sustainable lifestyle. However, the ecological footprint of Iranian universities is not documented. Therefore, the purpose of this study was to calculate the ecological footprint of students of the Ferdowsi University of Mashhad ,the third biggest university in the country.

Materials and Methods

In this study, EF on the campus of Ferdowsi University of Mashhad (FUM) was calculated by using two standard international methods, including Ecological Footprint Network (EFN) Questionnaire and Ecological Footprint Analysis (EFA). In the EFN method, the questionnaire designed by Global Footprint Network was used. In the EFA method, the university information (energy consumption, food, and construction) was obtained from the relevant departments, and finally, the total footprint was calculated using the standard EF accounting method.

Results and Discussion

The results showed that the total ecological footprint of the campus was 1.51 g/ha, which is less than reported values for the world (2.80) and national (3.20) footprints. This is due to the fact that students use public transportation services and produce less waste. On the other hand, due to the recycling of a significant amount of waste produced at the university, the energy footprint of university students has decreased, which has ultimately reduced the total footprint of students compared to the national and global levels. The EF in this study consists of three components i.e. energy, food, and build up. Among the components, food with 57.3% had the highest share of total footprint and therefore had the most significant impact on increasing the total EF. After the food footprint, the energy with 0.35 g ha (23%), had the highest share of total footprint. While the Build up with 19.7 g ha, had the least significant impact on increasing the total EF. There was no difference between the EF of males and females students. However, the footprint of bachlor students was higher than Msc and PhD students. Architecture students

1- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Ph.D. Student of Agro-ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*- Corresponding author Email: akooch@um.ac.ir)

had the most (1.77), while theology students had the lowest EF (1.30 g/ha). Finally, the results of the present study show that Ecological Footprint is one of the appropriate indicators for measuring the sustainability of universities and can help managers and decision makers in universities to move towards sustainability goals.

Conclusion

The EF is an accurate index for evaluating environmental sustainability, and since reconsideration of the current lifestyles should be started by academic societies, planning for a detailed accounting of EF for university campuses over the country is required.

Acknowledgments

This research (Grant No. 47890) was funded by the Vice Chancellor for Research of the Ferdowsi University of Mashhad, which is hereby acknowledged. We also thank the Vice administration and support and management of the Department of Nutrition of Ferdowsi University of Mashhad and their colleagues for providing the necessary information and data for the present study.

Keywords: Development, Food Footprint, Global Footprint Network (GFN), Sustainability**.**

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی

ارزیابی ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد

علیرضا کوچکی[1*]، مهدی نصیری محلاتی[1] و مریم جوادی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۰۴/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و جوادی، م.، ۱۴۰۱. ارزیابی ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۴(۳): ۴۱۳-۳۹۹.

چکیده

از آغاز قرن حاضر، دانشگاه‌های سراسر جهان، به‌طور روزافزون بر پایداری خود تمرکز نموده و به دنبال شاخص‌هایی برای سنجش آن می‌باشند. ردپای اکولوژیکی از جمله شاخص‌هایی است که دانشگاه‌ها برای ارزیابی وضعیت پایداری از آن استفاده کرده‌اند. بنا به تعریف، رد پای اکولوژیکی به مساحتی از زمین‌های دارای قابلیت تولید زیستی گفته می‌شود که قادر به تأمین نیازهای بشری (غذا، پوشاک و ساخت و ساز) بوده و همچنین بتواند ضایعات تولیدی آن‌ها را در خود جای دهد. در تحقیق حاضر، ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد، از طریق دو روش، شامل تکمیل پرسش‌نامه موجود در شبکه جهانی ردپا (EFN) و آنالیز ردپای اکولوژیکی (EFA) محاسبه شد. در روش EFN، پرسش‌نامه موجود در شبکه جهانی ردپا با توجه به شرایط ایران بومی‌سازی شد و در اختیار مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت. در روش EFA نیز اطلاعات لازم در مورد منابع مصرفی دانشگاه (انواع انرژی، مواد غذایی و مساحت لازم برای ساخت و ساز)، از بخش‌های مختلف دانشگاه تهیه گردید و در نهایت، مقدار این شاخص محاسبه شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶، معادل ۱/۵۱ هکتار جهانی بوده که از میانگین جهانی (۲/۸) و ملی (۳/۲) به‌طور قابل توجهی کمتر است. به نظر می‌رسد که این امر به‌دلیل استفاده بیشتر دانشجویان از سرویس‌های حمل و نقل عمومی، استفاده کمتر از کالاهای مصرفی در طی یک سال و لذا تولید کمتر ضایعات و از طرفی، به‌دلیل بازیافت حجم قابل توجهی از ضایعات تولیدی در دانشگاه باشد که همین مسئله باعث کاهش چشمگیر ردپای انرژی دانشجویان دانشگاه و در نهایت، کاهش ردپای اکولوژیکی کل در مقایسه با سطح ملی و جهانی شده است. ردپای محاسبه شده در این تحقیق شامل سه جزء انرژی، غذا و ساخت و ساز بود که در بین اجزای تشکیل‌دهنده، ردپای غذا با ۵۷/۳ درصد، بیشترین سهم را در ردپای دانشگاه داشت. ردپای انرژی با ۰/۳۵ هکتار جهانی، بعد از ردپای غذا، بیشترین سهم را در ردپای کل دانشگاه داشت، درحالی‌که ردپای ساخت و ساز با ۰/۳۰ هکتار جهانی، تأثیر کمتری بر این شاخص داشت. بین ردپای اکولوژیکی دانشجویان دختر و پسر تفاوتی وجود نداشت، ولی در بین مقاطع تحصیلی، ردپای دانشجویان کارشناسی با ۱/۵۶ هکتار جهانی بزرگ‌تر از دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی بود. ردپای دانشجویان دانشکده معماری ۱/۷۷ هکتار جهانی به‌دست آمد که در مقایسه با دانشجویان سایر دانشکده‌ها، در بیشترین مقدار بود درحالی‌که دانشجویان دانشکده الهیات با ۱/۳۰ هکتار جهانی، کمترین مقدار ردپا را داشتند. در نهایت، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ردپای اکولوژیکی، یکی از شاخص‌های مناسب برای سنجش پایداری دانشگاه‌ها بوده و می‌تواند به مدیران و تصمیم‌گیرندگان دانشگاه‌ها برای رسیدن به اهداف پایداری کمک کند.

واژه‌های کلیدی: پایداری، توسعه، ردپای غذا، شبکه جهانی ردپا

۱- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی (اگرواکولوژی)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/jag.v16i1.87148

مقدمه

طی سه دهه گذشته، تقاضای روز افزون برای غذا و سایر خدمات و بهره‌برداری شدید از منابع طبیعی، پیامدهای اکولوژیکی نگران‌کننده‌ای را به همراه داشته است. زیرا اقتصاد و جمعیت جهانی به‌طور فزاینده‌ای در حال رشد بوده، درحالی‌که ظرفیت منابع کره زمین، ثابت است(Galli et al., 2012) و بنابراین قادر به پاسخگویی این حجم از تقاضا نخواهد بود. بررسی‌های مختلف نیز مؤید این واقعیت نگران‌کننده می‌باشد که ۲۵ درصد از زمین‌های جهان به‌طور قابل ملاحظه‌ای توسط فعالیت‌های انسانی تخریب شده و۶۰ درصد از اکوسیستم‌های این سیاره در حال حاضر آسیب دیده و در معرض مخاطره است (UNEP, 2015). این بحران‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، ناشی از الگوی ناپایدار مصرف و تولید می‌باشد (Clay, 2011)، زیرا انسان اکنون منابع موجود را بیش از هر زمان دیگری به مصرف می‌رساند (Steffen et al., 2015)، بنابراین برای رسیدن به توسعه پایدار، تغییرات اساسی در روش مصرف و تولید جوامع ضروری به نظر می‌رسد (UNEP, 2012).

از میان معیارهای مختلفی که برای برآورد پایداری بوم‌نظام‌ها ارائه شده است، می‌توان به شدت بهره‌برداری از منابع طبیعی اشاره کرد که با شاخصی موسوم به ردپای اکولوژیکی سنجیده می‌شود. شاخص ردپای اکولوژیکی برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط واکرناگل و ریس در دانشگاه بریتیش کلمبیا در ونکوور کانادا توسعه پیدا کرد. بنا به تعریف، رد پای اکولوژیکی به مساحتی از زمین‌های دارای قابلیت تولید زیستی گفته می‌شود که قادر به تأمین نیازهای بشری (غذا، پوشاک و ساخت و ساز) بوده و همچنین بتواند ضایعات تولیدی آن‌ها را در خود جای دهد (Wackernagel & Rees, 1996) لذا بزرگ بودن ردپای اکولوژیکی، حاکی از سطح پایداری کمتر می‌باشد (Dietrich, 2013). این شاخص که در واقع نشان‌دهنده مقدار زمین مورد نیاز برای برآوردن نیازهای کشورها، شهرها، سازمان‌ها و افراد از منابع اکولوژیکی بوده، معمولاً با واحد هکتار جهانی سنجیده می‌شود و یک هکتار جهانی برابر با یک هکتار زمین با میانگین تولید جهانی است (Kitzes et al., 2007). به بیان ساده‌تر ردپای اکولوژیکی، نوعی اندازه‌گیری دقیق از شدت مصرف منابع طبیعی توسط افراد است (Medina & Toledo, 2016) که در سطوح مختلف جهانی، منطقه‌ای، ملی و شهری قابل ارزیابی می‌باشد (See et al., 2016)، بنابراین یکی از اهداف تعیین ردپای اکولوژیکی، آگاه ساختن افراد و جوامع از الگوهای مناسب مصرف در جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی می‌باشد (Franz & Papyrakis, 2011). بر این اساس، کاربرد ردپای اکولوژیکی در ترکیب با ارزیابی اثرات اجتماعی و اقتصادی می‌تواند زمینه اندازه‌گیری شاخص‌های سه‌گانه پایداری (اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی) را فراهم آورد (Dawe et al., 2004). دانشگاه‌های سراسر جهان از جمله مؤسساتی هستند که همواره به ارتقاء سطح پایداری خود تمرکز داشته‌اند (Conway et al., 2008) و معمولاً از ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص مناسبی برای اندازه‌گیری پایداری خود استفاده می‌کنند (See et al., 2016).

دانشگاه‌ها بسیار شبیه به شهرهای کوچک می‌باشند (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008). دانشجویان و کلیه افراد مربوط به محیط دانشگاهی، مساحت زیادی را اشغال کرده، جمعیت روبه رشدی داشته و در طی روز مسافت زیادی را برای فعالیت‌های آموزشی و تحقیقاتی خود طی می‌کنند. محیط فیزیکی دانشگاه‌ها، طیف وسیعی از انواع ساختمان‌ها مانند بخش اداری، کلاس‌های درس، خوابگاه، آزمایشگاه، مراکز بهداشتی و سالن‌های اجتماعات را پوشش می‌دهد که این امر می‌تواند از طریق مصرف منابعی مانند انرژی و آب و همچنین تولید ضایعات، اثراتی را بر محیط زیست و پایداری داشته باشد (Bennett et al., 2006). علاوه‌براین دانشگاه‌ها به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان کاغذ، انرژی و آب محسوب می‌شوند (Baboulet et al., 2010) و به‌دلیل این که از منابع موجود به‌منظور آموزش و تحقیق بهره می‌برند، انتظار می‌رود بتوانند با ارزیابی دقیق وضعیت پایداری، اثرات نامطلوب ناشی از فعالیت‌های خود را به حداقل رسانده و الگویی برای سایر جوامع باشند (Velazquez et al., 2006). تعیین ردپای اکولوژیکی دانشگاه‌ها، از دیرباز مورد توجه بوده و دانشگاه‌های بسیاری مانند دانشگاه نیوکاسل (Flint, 2001)، تورنتو (Conway et al., 2008) ردلندز (Venetoulis, 2001)، فیلیپین (Medina & Toledo, 2016) و مالزی (See et al., 2016) از این شاخص بهره برده‌اند. به‌عنوان نمونه، ردپای اکولوژیکی دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه کاتولیک لون در کشور بلژیک، ۰/۳۵ هکتار جهانی به‌ازای هر نفر برآورد شده است. در این دانشگاه، ردپای انرژی با ۸۶ درصد، بیشترین

سهم را در ردپای کل داشت، درحالی‌که ردپای ساخت و ساز و غذا، به‌ترتیب با ۹/۴۲ و ۴/۷۷ درصد سهم کمتری داشتند. مقدار ردپای محاسبه شده در این تحقیق، ۱۲۰۰ برابر ظرفیت زیستی دانشگاه مورد نظر بود. لذا پژوهشگران راه حل اساسی برای کاهش مقدار این شاخص را افزایش آگاهی و مشارکت دانشجویان در محاسبه ردپای اکولوژیکی بیان نمودند (Lambrechts & Liedekerke, 2014). اندازه‌گیری ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه ردلندز در ایالت کالیفرنیا نشان داد که رد پای اکولوژیکی دانشجویان این دانشگاه در سال مورد بررسی، ۰/۹ هکتار بهازای هر فرد بود. بیشترین میزان ردپا مربوط به انرژی و حمل و نقل (به‌ترتیب با ۵۰ و ۳۲/۵ درصد از ردپای کل) و کم‌ترین میزان نیز مربوط به ردپای آب (پنج درصد از ردپای کل) بود (Venetoulis, 2001). ارزیابی ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه نیوکاسل در کشور انگلستان نیز نشان داد که مقدار ردپای اکولوژیکی کل دانشجویان ۳۵۹۲ و بهازای هر فرد ۰/۱۹ هکتار جهانی بود. در این تحقیق نیز انرژی با ۵۱ درصد بیشترین سهم، غذا با شش درصد کم‌ترین و ردپای ساخت وساز نیز با ۴۳ درصد، ردپای کل را تشکیل دادند (Flint, 2001).

با وجودی‌که محاسبه و تجزیه و تحلیل ردپای اکولوژیکی دانشگاه‌ها در بسیاری از کشورهای جهان به‌عنوان یکی از اولویت‌های پژوهشی مورد توجه می‌باشد، ولی در ایران اطلاعات منتشر شده‌ای در مورد هیچیک از دانشگاه‌های کشور در دسترس نمی‌باشد. لذا این تحقیق، با هدف محاسبه ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد و به نظر می‌رسد این دانشگاه، اولین مرکز آموزش عالی در سطح کشور باشد که چنین مطالعه‌ای در آن صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

مکان مطالعه

دانشگاه فردوسی مشهد، بزرگ‌ترین دانشگاه شرق کشور است که هم اکنون بیش از ۲۵۰۰۰ دانشجو در مقاطع و رشته‌های مختلف تحصیلی، ۸۱۰ عضو هیأت علمی و ۲۵۰۰ کارمند در آن به تحصیل و کار مشغولند. در سال تحصیلی۹۷-۱۳۹۶ (سال انجام تحقیق) تعداد دانشجویان این دانشگاه، ۲۵۳۲۸ نفر بود که از این تعداد ۱۲۹۸۴ دانشجو در مقطع کارشناسی و ۱۲۳۴۴ دانشجو در مقاطع تحصیلات تکمیلی به تحصیل اشتغال داشتند. تعداد دانشکده‌های این دانشگاه ۱۲ و شامل دانشکده‌های ادبیات، الهیات، تربیت بدنی، دامپزشکی، علوم اداری و اقتصادی، علوم پایه، علوم تربیتی و روان‌شناسی، علوم ریاضی، مهندسی، کشاورزی، معماری، منابع طبیعی و محیط زیست می‌باشد. این دانشگاه با مساحتی معادل ۶۰ هکتار فضای سبز، از پردیسی بسیار وسیع برخوردار است و بیش از یک دهه است که به‌عنوان دانشگاه سبز، در جهت حفظ محیط زیست و رسیدن به اهداف توسعه پایدار تلاش می‌کند.

روش جمع‌آوری داده‌ها

در این تحقیق، رد پای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه، از طریق دو روش پرکاربرد برای محاسبه این شاخص شامل تکمیل پرسش‌نامه موجود در شبکه جهانی ردپا (EFN[1]) و آنالیز ردپای اکولوژیکی (EFA[2])، اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شد. لازم به ذکر است که در هر دو روش ردپای اکولوژیکی غذا، ساخت و ساز و انرژی اجزای تشکیل‌دهنده ردپای اکولوژیکی کل بودند.

محاسبه ردپای اکولوژیکی به‌روش EFN

در راستای رسیدن به اهداف تحقیق حاضر، از پرسش‌نامه‌های طراحی شده توسط شبکه‌های فعال در زمینه ردپای اکولوژیکی استفاده شد. طی سال‌های اخیر چندین وب‌سایت معروف از سازمان‌های غیردولتی جهانی، مانند صندوق جهانی محیط زیست (WWF[3])، شبکه جهانی ردپا (GFN[4])، شبکه بهترین گام به جلو (BFF[5]) و شبکه بازتعریف پیشرفت (RP[6])، حسابگرهای شخصی را به‌منظور محاسبه ردپا ارائه داده‌اند که برای افراد و مؤسسات، امکان محاسبه اثرات زیست‌محیطی را فراهم می‌آورد. در همین راستا، شبکه جهانی ردپا، یکی از شبکه‌های فعال در زمینه ردپای اکولوژیکی بوده که پرسش‌نامه‌ای را به‌صورت آنلاین در اختیار کاربران قرار می‌دهد. افراد باید اطلاعات مربوط به عادات مصرفی و فعالیت‌های مربوط به مصرف منابع یا تولید ضایعات مانند مصرف غذا، مسکن، انرژی، حمل و نقل و غیره را به محاسبه‌گر وارد کنند تا ردپای آن‌ها را محاسبه نماید. بنابراین در این تحقیق، از پرسش‌نامه موجود در شبکه جهانی

1- Ecological Footprint Network
2- Ecological Footprint Analysis
3- World Wide Fund for Nature
4- Global Footprint Network
5- Best Foot Forward
6- Redefining Progress

ردپا استفاده شد. لازم به ذکر است که این پرسش‌نامه با حذف برخی عادات غذایی و خدمات که در سبک زندگی دانشجویان دانشگاه‌های ایران جایگاهی ندارد، بومی‌سازی شد.

جامعه هدف در این تحقیق شامل تمامی دانشجویان دختر و پسر دانشگاه فردوسی مشهد، اعم از بومی و غیربومی، در تمام مقاطع تحصیلی بود. برای انتخاب حجم نمونه از فرمول کوکران (معادله ۱) استفاده گردید. به این منظور، ابتدا تعداد ۳۰ پرسش‌نامه در بین دانشجویان دانشگاه تکمیل و بعد از تعیین واریانس داده‌ها، تعداد واقعی نمونه مورد نظر، براساس معادله ۱ محاسبه گردید.

معادله (۱)
$$n = \frac{t^2\delta^2}{e^2}$$

که در آن، n: حجم نمونه، t: مقدار متغیر نرمال استاندارد (از جدول t استیودنت)، δ^2: واریانس نمونه و e: مقدار اشتباه مجاز یا درصد خطا می‌باشد که در این مطالعه، معادل ۱۰ درصد در نظر گرفته شد. بر اساس برآورد معادله ۱، تعداد ۶۳۰ پرسش‌نامه تهیه و در بین مصاحبه‌شوندگان (دانشجویان) توزیع گردید که از این تعداد به ۶۰۸ پرسش‌نامه پاسخ کامل و قابل استفاده‌ای داده شد. بعد از کامل شدن پرسش‌نامه، داده‌های حاصل وارد محاسبه‌گر آنلاین شبکه جهانی ردپا شد و ردپای هر فرد با توجه به اطلاعات وارد شده و برحسب هکتار جهانی به‌دست آمد (Medina & Toledo, 2016).

محاسبه ردپای اکولوژیکی به‌روش EFA

به‌منظور آنالیز ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه، اطلاعاتی مانند، میزان مصرف برق دانشگاه، میزان مصرف گاز طبیعی، میزان مصرف گازوئیل و سوخت (مصرف سوخت وسایلی چون اتوبوس، کامیون، خودروهای کوچک دانشگاهی و متفرقه، سوخت مصرفی وسایل مورد نیاز جهت نگهداری و بهبود فضای دانشگاه اعم از وسایل مورد نیاز برای چمن‌زنی، تراکتور، هرس درختان، آبیاری فضای سبز، ترمیم جاده‌ها و غیره)، مسافت، تعداد و ساعت پروازهای انجام شده مربوط به مأموریت‌های اداری و آموزشی دانشگاه، حجم ضایعات تولیدی و بازیافتی در دانشگاه (به تفکیک نوع زباله)، مساحت کل دانشگاه و میزان مصرف مواد غذایی خام (انواع مواد غذایی شامل غلات، روغن، حبوبات، شیر، لبنیات، گوشت و سایر گروه‌های مواد غذایی) برای یک سال تحصیلی (سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶) با کمک مدیریت اداری و پشتیبانی دانشگاه، از مراکز مربوطه دانشگاه تهیه شد.

بعد از جمع‌آوری اطلاعات لازم، ردپای اکولوژیکی هرکدام از منابع مصرفی (ردپای انرژی شامل برق، گاز، سوخت و ضایعات، ردپای غذا و ردپای ساخت و ساز) به‌طور جداگانه و از طریق معادلاتی که در ادامه ارائه شده محاسبه و نهایتاً از مجموع ردپای انرژی، غذا و ساخت و ساز، ردپای کل بر حسب هکتار جهانی محاسبه گردید (Venetoulis, 2001). ردپای اکولوژیکی سرانه بر حسب هکتار جهانی به‌ازای هر نفر نیز، با تقسیم ردپای کل بر جمعیت دانشگاه (۲۸۶۳۸ نفر) محاسبه شد. لازم به ذکر است که به‌دلیل حضور بیشتر دانشجویان ساکن خوابگاه در دانشگاه و بنابراین استفاده دائم از منابع و امکانات موجود، سهم آن‌ها در ردپای کل بیشتر درنظر گرفته شد. بنابراین ۷۵ درصد مقدار منابع مصرفی برای کل جمعیت دانشگاه (شامل دانشجویان خوابگاهی و غیرخوابگاهی) و ۲۵ درصد مصرف منابع تنها برای دانشجویان خوابگاهی (۵۳۲۸ نفر) در نظر گرفته شد.

محاسبه ردپای انرژی (شامل انرژی الکتریکی، گاز طبیعی، سوخت و ضایعات)

انرژی الکتریکی

معادله (۲)
$$E=\left(\frac{ENG\times 0.00005}{2}\times 47\right)\times 0.986$$

که در آن E: ردپای انرژی الکتریکی بر حسب هکتار جهانی و ENG : میزان مصرف برق سالانه بر حسب کیلووات ساعت می‌باشد.

گاز طبیعی

معادله (۳)
$$NG=\left(\frac{NGT\times 0.353\times 0.0015}{2}\times 47\right)\times 0.986$$

که در آن، NG: ردپای گاز طبیعی بر حسب هکتار جهانی و NGT: میزان مصرف سالانه گاز طبیعی بر حسب متر مکعب می‌باشد.

سوخت

معادله (۴)
$$G=\left(\frac{GV\times 3.78\times 19.6/7000}{2}\times 47\right)\times 0.986$$

که در این معادله، G: ردپای سوخت مصرفی مربوط به خودروها و وسایل نقلیه بر حسب هکتار جهانی و GV: حجم سوخت مصرفی

مربوط به فعالیت‌های دانشگاهی طی یک سال تحصیلی و بـر حسـب لیتر می‌باشد.

معادله (۵)
$$AT = \left(\frac{(D / 587 \times 0.5)}{2} \times 47\right) \times 0.986$$

که در آن، AT: ردپای سوخت مصرفی هواپیمـا (هکتـار جهـانی) و D: مسافت طی شده با هواپیما مربوط به فعالیت‌های دانشگاهی طی یک سال تحصیلی و برحسب مایل می‌باشد.

معادله (۶)
$$F = G + AT$$

که در این معادله، F: ردپـای سـوخت مصـرفی کـل، G: ردپـای سوخت خودروها و وسایل نقلیه و AT: ردپای سوخت مصرفی هواپیما و همگی بر حسب هکتار جهانی می‌باشند.

ضایعات

معادله (۷)
$$RW = \left(\left(P \times 0.001\right) + \left(A \times 0.00004\right) + \left(PI \times 0.0005\right)\right)$$

که در این معادله نیز، RW: ردپای ضـایعات بازیـافتی بـر حسـب هکتار جهانی، P: مقـدار مصـرف کاغـذ، A: مصـرف آلومینیـوم و Pl: مصرف پلاستیک بر حسب کیلوگرم می‌باشد.

معادله (۸)
$$PP = \left(E + NG + F + RW\right)$$

که در آن، PP: ردپای انرژی کـل، E: ردپـای انـرژی الکتریکـی، NG: ردپای گاز طبیعی، F: ردپای سوخت و RW: ردپای ضایعات بـر حسب هکتار جهانی می‌باشد کـه بـه‌ترتیـب از معـادلات ۲، ۳، ۶ و ۷ به‌دست می‌آیند.

محاسبه ردپای غذا

محاسبه ردپای غذا طی چارچوبی مشخص و استاندارد (Wackernagel et al., 2004; Kitzes et al., 2000) و به‌ترتیب مراحل زیر انجام شد؛

محاسبه میزان مصرف هـر یـک از گـروه‌هـای مـواد غذایی: در این مرحله، میزان مصرف هر گروه از محصولات غـذایی (غـلات، گیاهـان روغنـی، حبوبـات، گیاهـان ریشـه‌ای و غـده‌ای، سبزیجات، محصولات قندی، خشکبار، میوه‌جات، مرکبات، تخم مـرغ، گوشت، شیر و آبزیان) بعد از تهیه اطلاعات مورد نظـر از اداره تغذیـه دانشگاه، به‌طور جداگانه محاسبه گردید.

محاسبه مساحت لازم یا ردپا برای انواع محصـولات غذایی: مساحت لازم برای هر نـوع محصـول غـذایی از معادلـه ۹ محاسبه گردید.

معادله(۹)
$$Ai = \frac{Ci}{Yi}$$

که در آن، Ai: مساحت لازم برای محصول i (هکتار)، Ci: میزان مصرف محصول i (تن) و Yi: میانگین جهانی عملکرد محصول i (تن در هکتار) می‌باشد.

تبدیل مساحت به هکتار جهانی: مـواد غـذایی مختلـف از انواع زمین‌های زراعی تأمین می‌شوند، برای مثـال، تولیـد لبنیـات یـا گوشت علاوه‌بر اراضی مرتعی، برای تولید خوراک دام بـه زمـین‌هـای زراعی نیز نیاز دارد، درحالی‌که تولید غلات تنها در زمین‌هـای زراعـی انجام می‌شود. بدیهی است که قابلیت تولید اراضـی مختلـف بـا هـم یکسان نبوده و درنتیجه، مساحت آن‌ها قابل مقایسه نمی‌باشـد. بـرای رفع این مشکل، مساحت محاسبه شده برای هر نوع محصول باید بـه واحد هکتار جهانی تبدیل شود. این عمل یعنی معادل‌سـازی مسـاحت اراضی با استفاده از ضرایب معادل (ef)[1] مربوط به هـر نـوع کـاربری زمین انجام می‌شود (Hails et al., 2006). برای مثال، ضریب تبدیل برای اراضی مرتعی ۰/۴۸ هکتار جهانی بر هکتار می‌باشد. بنابراین، هر هکتار زمین زراعی معادل ۲/۲ هکتار جهانی و هر هکتار مرتع معـادل ۰/۴۸ هکتار جهانی می‌باشد. این ضرایب با توجـه بـه ظرفیـت تولیـد انواع اراضی ثابت نبوده و در طی زمان تغییر می‌کند. مقادیر اسـتاندارد ضرایب تبدیل معمولاً توسط شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی گـزارش می‌شود.

به این ترتیب، در تحقیق حاضر نیـز بـا اسـتفاده از ایـن ضـرایب تبدیل، ردپای اکولوژیکی هر محصول (efi) بر حسب هکتار جهـانی و از معادله زیر محاسبه گردید.

معادله (۱۰)
$$efi = Ai \times fe,i$$

که در آن، fe,i: ضریب تبدیل محصول i (هکتار جهانی بر هکتار) و Ai: مساحت لازم بـرای تـأمین نیـاز مصـرف محصـول i (هکتـار) می‌باشند.

محاسبه ردپا اکولوژیکی غذا: در نهایت، ردپای اکولـوژیکی (EF) برای کل مواد غـذایی بـر حسـب هکتـار جهـانی از معادلـه ۱۱ به‌دست آمد:

1- Equivalence factor

معادله (۱۱)

$$EF = \sum_{i=1}^{n} efi$$

ردپای غذای سرانه بر حسب هکتار جهانی به‌ازای هر نفر نیـز بـا تقسیم کردن ردپای اکولوژیکی غذا بر جمعیـت دانشـجویان دانشـگاه (۲۵۳۲۸ نفر) به تفکیک خوابگاهی و غیرخوابگاهی بودن محاسبه گردید.

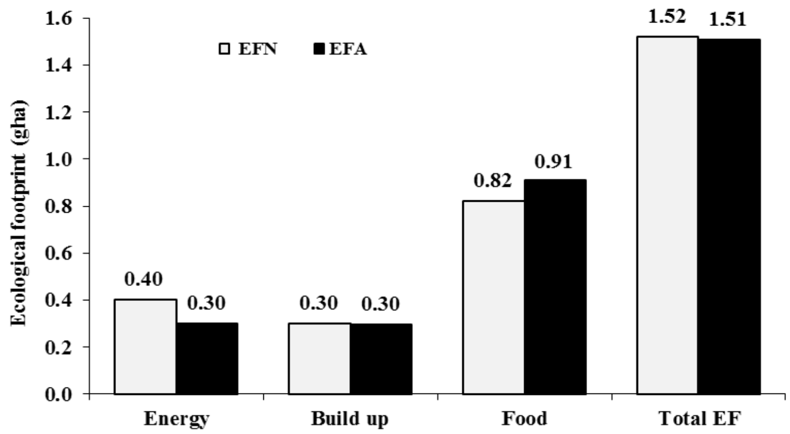
محاسبه ردپای ساخت و ساز

برای محاسبه ردپـای سـاخت و سـاز (مسـکن) نیـز از اطلاعـات پرسش‌نامه موجود در شبکه جهانی ردپا استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه ردپای کل و اجـزای تشـکیل‌دهنـده آن در دو روش EFN و EFA

نتایج حاصـل از ایـن تحقیـق نشـان داد کـه ردپـای اکولـوژیکی دانشـــجویان دانشـــگاه فردوســـی مشـــهد در دو روش EFA و EFN تفاوتی با یکدیگر نداشته و به‌طور میانگین معادل ۱/۵ هکتـار جهـانی به‌ازای هر نفر می‌باشد (شکل ۱). بنابراین، اگـر چـه محاسـبه ردپـای اکولوژیکی در دو روش EFA و EFN متفاوت بود، امّا نتیجـه نهـایی تفاوت چندانی نداشت.

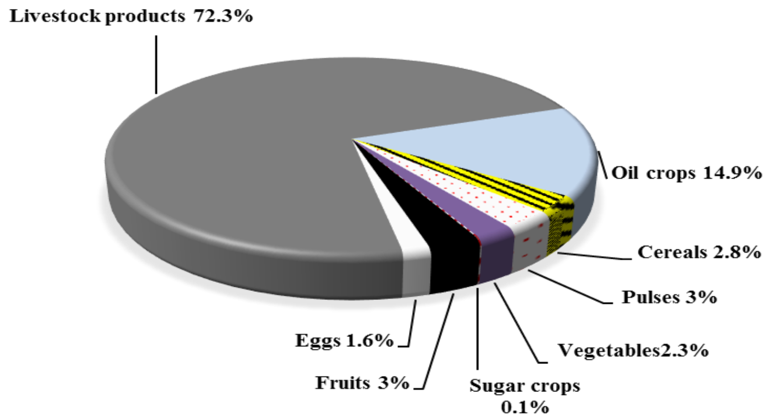


شکل ۱- ردپای اکولوژیکی کل و اجزای تشکیل‌دهنده آن با استفاده از دو روش EFN و EFA
Fig. 1- Total ecological footprint (EF) and its components using EFN and EFA methods

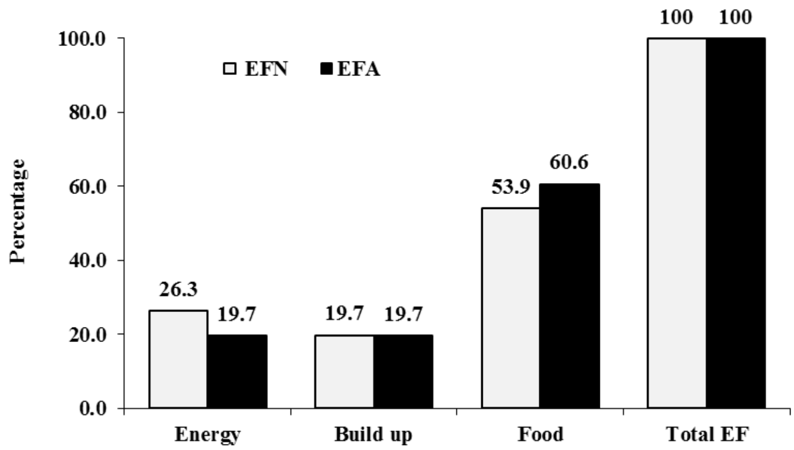
به‌طور کلی، ردپای اکولوژیکی شامل سه جزء اصـلی یعنـی غـذا، ساخت و ساز و انرژی می‌باشد (WWF, 2012). در تحقیـق حاضـر، ردپای غـذای دانشـجویان دانشـگاه فردوسـی مشـهد در روش EFN معادل ۰/۸۲ و در روش EFA برابر با ۰/۹۱ هکتار جهانی به‌ازای هـر نفر محاسبه شد. بنابراین مساحت لازم برای تولید مواد غـذایی مـورد استفاده در دانشگاه طی یک سال تحصیلی و برای تمامی دانشـجویان معادل ۵۹۷۶ هکتار جهانی می‌باشد که در بین گروه‌های غذایی مـورد استفاده، سهم تولیدات دامی با ۷۲/۳ درصد و گیاهان روغنی بـا ۱۴/۹ درصد، از سایر گروه‌های غذایی مورد استفاده بیشتـر بـود (شـکل ۲). بالاتر بودن سهم تولیدات دامی در ردپای غذای دانشگاه، از یک طرف به‌دلیل مصرف زیاد این تولیـدات در برنامـه غـذایی دانشـجویان و از طرفی، به‌دلیل محاسبه ردپای این تولیدات بـر اسـاس میـزان علوفـه مصرفی در تولید این محصولات و لذا بیشتـر بـودن مسـاحت اراضـی لازم برای این منظور می‌باشد، زیرا کارایی تبدیل علوفـه بـه گوشـت بسته به نوع دام از سه تا شش متغیـر اسـت، یعنـی بـرای تولیـد هـر کیلوگرم گوشت به سه تا شش کیلوگرم علوفـه نیـاز اسـت (WWF, 2002).

معمولاً شاخص ساخت و سـاز (مسـکن و سـایر فضـاهای مـورد استفاده) دارای سـهم انـدکی از ردپـای کـل مـی‌باشـد (Gan et al., 2012). در تحقیق حاضر نیـز مقـدار ایـن جـزء معـادل ۰/۳۰ هکتـار جهانی به‌ازای هر فرد محاسبه شد که در هر دو روش مـورد اسـتفاده (EFA و EFN) با ۱۹/۷ درصد، کمترین سهم را در ردپای کل داشت

(شکل ۳).



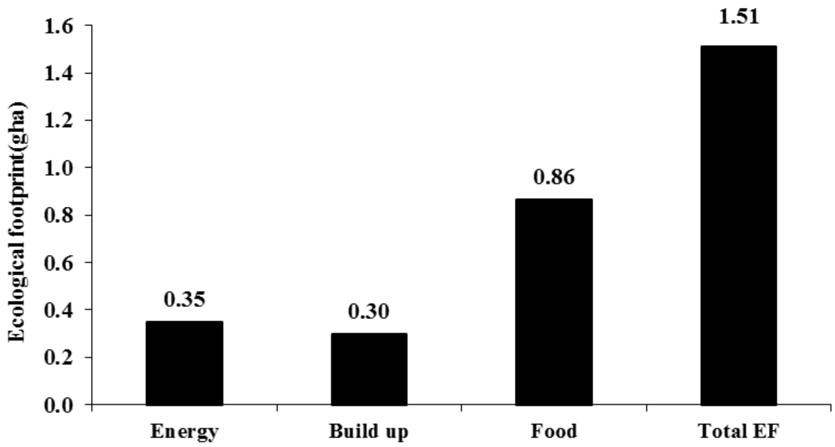
شکل ۲- سهم هر یک از گروه‌های مواد غذایی در میزان کل مصرف غذایی دانشجویان در دانشگاه فردوسی مشهد
Fig. 2- Contribution of different foodstuffs in total food consumption of students in FUM



شکل ۳- سهم هر کدام از اجزای ردپا، از ردپای اکولوژیکی کل در دو روش EFN و EFA
Fig. 3- Contribution of each EF component to the total EF in both EFN and EFA methods

اگرچه ردپای غذا در دو روش EFA و EFN، سهم متفاوتی در ردپای کل داشت، امّا در هر دو روش مورد استفاده بیشترین سهم از ردپای کل را به خود اختصاص داد، به‌طوری‌که در روش EFA ۶۰/۶ درصد و در روش EFN ۵۳/۹ درصد از ردپای کل را شامل شد (شکل ۲). ردپای انرژی نیز با ۰/۴۰ و ۰/۳۰ هکتار جهانی به‌ازای هر نفر به‌ترتیب در دو روش EFN و EFA، سهم متفاوتی در ردپای کل دانشجویان دانشگاه داشت، به‌طوری‌که در روش EFN این شاخص ۲۶/۳ درصد از ردپای کل را به خود اختصاص داد، درحالی‌که در روش EFA با سهمی معادل ۱۹/۷ درصد، تأثیر کمتری در ردپای کل داشت (شکل ۳).

به‌منظور بالا بردن دقت و به‌دلیل تفاوت جزئی بعضی از اجزای در محاسبه ردپای اکولوژیکی در دو روش مورد نظر (EFN و EFA)، ردپای اکولوژیکی کل برای دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد، از میانگین دو روش مورد نظر استفاده گردید که مقدار آن معادل ۱/۵۱ هکتار جهانی به‌ازای هر نفر بود (شکل ۴).



شکل ٤- ردپای کل دانشجویان دانشگاه و اجزای تشکیل‌دهنده آن بر مبنای میانگین دو روش محاسباتی مورد استفاده در این تحقیق

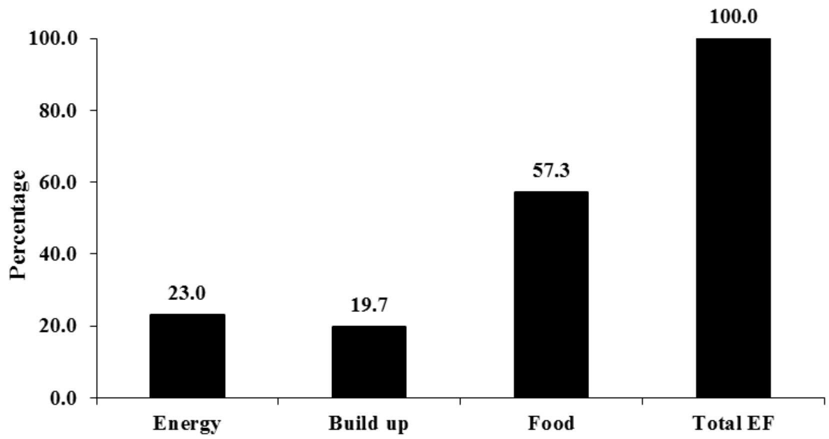
Fig. 4- Total footprint and its constituents averaged over two calculation methods

بررسی اجزای تشکیل‌دهنده ردپای کل دانشجویان نشان داد که سهم هر کدام از اجزا از ردپای کل متفاوت بود، به‌طوری‌که ردپای غذا با ۰/۸۶ هکتار جهانی به‌ازای هر نفر، ۵۷/۳ درصد از ردپای کل را به خود اختصاص داد (شکل ۵). بررسی سهم دانشجویان خوابگاهی و غیرخوابگاهی در ردپای غذای دانشگاه نیز نشان داد که دانشجویان خوابگاهی با ۹۳ درصد، دارای سهم قابل توجهی در ردپای غذای دانشگاه بودند، درحالی‌که دانشجویان غیرخوابگاهی با هفت درصد سهم اندکی در این شاخص داشتند. دلیل بیشتر بودن سهم دانشجویان خوابگاهی در مقایسه با دانشجویان غیرخوابگاهی نیز استفاده دانشجویان خوابگاهی از سه وعده غذایی در دانشگاه می‌باشد، درحالی‌که دانشجویان غیرخوابگاهی تنها مجاز به استفاده از یک وعده غذایی (ناهار) در دانشگاه می‌باشند.

ردپای انرژی با ۰/۳۵ هکتار جهانی به‌ازای هر فرد و سهمی برابر با ۲۳ درصد از ردپای کل، بعد از ردپای غذا، بیشترین سهم و ردپای ساخت و ساز نیز با ۱۹/۷درصد کمترین سهم را در ردپای کل دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد داشتند (شکل ۵). بررسی ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه پلی تکنیک کوآنتلن در کشور کانادا نشان داد که مقدار این شاخص برای دانشجویان دانشگاه معادل ۰/۵۲ هکتار جهانی می‌باشد. سهم اجزای ردپا در دانشگاه مذکور با نتایج تحقیق حاضر متفاوت بوده، به‌طوری‌که در بین اجزای ردپای کل دانشجویان آن، ردپای انرژی با ۹۰/۸ درصد بیشترین سهم را در ردپای کل داشت که دلیل آن استفاده زیاد از مسافرت‌های هوایی و خودروهای شخصی بود که هر کدام به‌ترتیب ۳۲/۳ و ۳۱/۱ درصد از ردپای کل را تشکیل دادند. ردپای ساخت و ساز با ۷/۴ درصد بعد از ردپای انرژی بیشترین سهم را در ردپای کل دانشگاه مذکور داشت، درحالی‌که ردپای غذا با ۱/۸ درصد، به‌عنوان کوچک‌ترین جزء ردپا محاسبه شد (Wolthers et al., 2014).

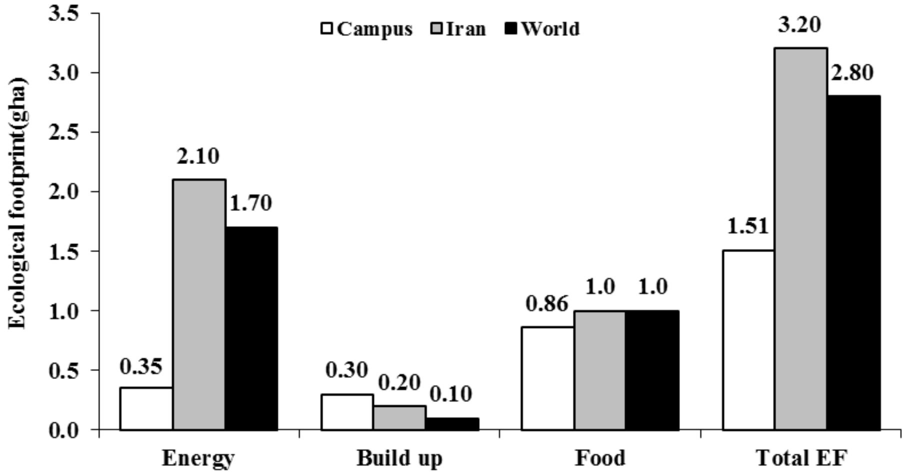
مقایسه ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد با میانگین ایران و جهان طبق گزارش شبکه جهانی ردپا در سال ۲۰۱۸، میانگین جهانی ردپای اکولوژیکی برابر ۲/۸۰ و برای کشور ایران برابر ۳/۲۰ هکتار جهانی به‌ازای هر فرد بوده است (GFN, 2018). این آمار و ارقام نشان می‌دهد که ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد نه تنها از ردپای جهانی بلکه از ردپا در سطح ملی نیز کمتر می‌باشد (شکل ۶). به نظر می‌رسد که این امر به‌دلیل استفاده بیشتر دانشجویان از سرویس‌های حمل و نقل عمومی، استفاده کمتر از کالاهای مصرفی در طی یک سال و لذا تولید کمتر ضایعات و از طرفی، به‌دلیل بازیافت حجم قابل توجهی از ضایعات تولیدی در دانشگاه باشد که همین مسئله باعث کاهش

چشمگیر ردپای انرژی دانشجویان دانشگاه و در نهایت، کاهش ردپای اکولوژیکی کل در مقایسه با سطح ملی و جهانی شده است. در تحقیقی مشابه، محاسبه ردپای اکولوژیکی در بین دانشجویان دانشگاه میندانائو در کشور فیلیپین نشان داد که مقدار این شاخص در بین دانشجویان، نه تنها نسبت به شهروندان عادی بلکه از مقدار جهانی این شاخص نیز کم‌تر می‌باشد، به‌طوری‌که مقدار این شاخص برای دانشجویان ۱/۲۱ و برای شهروندان عادی ۱/۳۰ هکتار جهانی به‌دست آمد. در بین اجزای شاخص مورد محاسبه، رد پای انرژی (با ۴۶ درصد) بیشترین سهم را در میزان ردپای کل دانشجویان آن دانشگاه داشت (Medina & Toledo, 2016).



شکل ۵- سهم اجزای تشکیل‌دهنده ردپا، از ردپای اکولوژیکی کل

Fig. 5- Ecological Footprint components and the contribution of each component

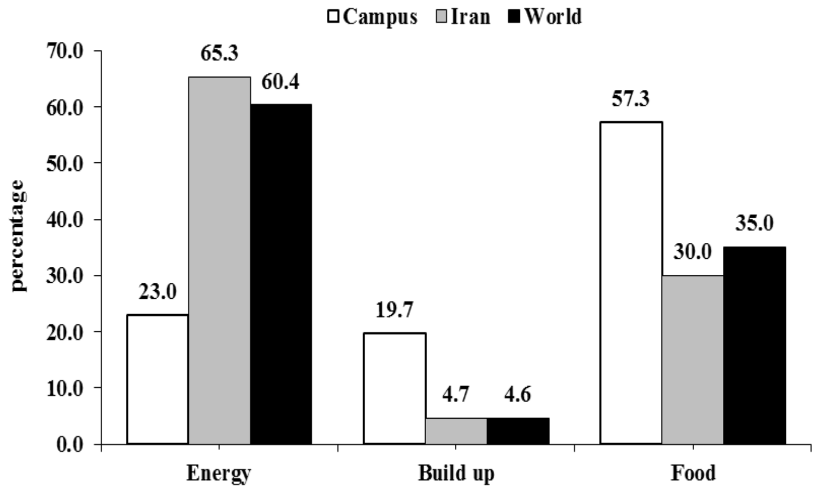


شکل ٦- مقایسه ردپای کل و اجزای تشکیل‌دهنده آن در مقیاس دانشگاه فردوسی مشهد، ملی و جهانی

Fig. 6- Total Ecological Footprint and its components for the Ferdowsi University of Mashhad, global and national scales

بررسی اجزای تشکیل‌دهنده ردپای جهانی و ملی نشان می‌دهد که بیشترین سهم در افزایش این دو شاخص، به‌ترتیب مربوط به

اجزای انرژی و غذا می‌باشد، به‌طوری‌که سهم جزء انرژی در دو میانگین جهانی و ملی به‌ترتیب برابر با ۶۰/۴ و ۶۵/۳ درصد و سهم جزء غذا نیز به‌ترتیب برابر با ۳۵ و ۳۰ درصد از ردپای کل می‌باشد (شکل ۷). اگرچه ردپای ساخت و ساز دانشجویان از میانگین جهانی و ملی بیشتر بود، امّا دلیل کمتر بودن ردپای کل دانشجویان نسبت به میانگین جهانی و ملی، پایین‌تر بودن ردپای انرژی آن‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد دلیل بیشتر بودن جزء ساخت و ساز در ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه نیز وجود فضاهای آموزشی، تفریحی و ورزشی بیشتر در محیط دانشگاه باشد.



شکل ۷- مقایسه درصد اجزای تشکیل‌دهنده ردپای اکولوژیکی در مقیاس دانشگاه فردوسی مشهد، ملی و جهانی

Fig. 7- Comparison of percentages of components for the Ferdowsi University of Mashhad, global, and national scales

مقایسه ردپای اکولوژیکی بر اساس جنسیت، مقطع تحصیلی و دانشکده مقایسه ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه به تفکیک جنسیت نشان داد که مقدار این شاخص برای دانشجویان دختر و پسر یکسان بوده (۱/۵۱) و تفاوتی بین ردپای آن‌ها وجود ندارد. محاسبه ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه پنجاب هند نشان داد که مقدار این شاخص برای دانشجویان (۵/۵۸) در مقایسه با شهروندان عادی (۰/۹۱) بسیار بالاتر بود و بین دانشجویان دختر و پسر دانشگاه، تفاوت معنی‌داری از نظر ردپای اکولوژیکی وجود نداشت. آن‌ها دلیل بالا بودن ردپای اکولوژیکی دانشجویان دختر و پسر را، مصرف بالای انرژی، استفاده بیشتر از تکنولوژی‌های پیشرفته، خرید کالاهای بیشتر و همچنین مصرف بیشتر غذاهایی که تولید و فرآوری آن‌ها اثرات زیست‌محیطی بیشتری را به دنبال دارد، بیان کردند (Raj et al., 2012).

اگرچه ردپای اکولوژیکی دانشجویان دختر و پسر تفاوتی با یکدیگر نداشت، امّا مقدار این شاخص برای مقاطع مختلف تحصیلی متفاوت به‌دست آمد، به‌طوری‌که مقدار ردپای اکولوژیکی برای مقطع کارشناسی ۱/۵۶ و برای مقطع تحصیلات تکمیلی برابر با ۱/۴۶ هکتار جهانی به‌ازاء هر نفر بودکه دلیل این امر، بیشتر بودن شاخص ردپای انرژی (به‌میزان ۱۲ درصد) و غذا (به‌میزان هشت درصد)، در مقطع کارشناسی در مقایسه با تحصیلات تکمیلی می‌باشد. به نظر می‌رسد به‌دلیل بیشتر بودن ساعات آموزشی دانشجویان مقطع کارشناسی نسبت به تحصیلات تکمیلی، این دانشجویان در طول هفته ساعات بیشتری را در پردیس دانشگاه گذرانده و بنابراین، تردد بیشتری با وسایل نقلیه در دانشگاه داشته و همچنین وعده‌های غذایی بیشتری را از غذاخوری دانشگاه استفاده می‌کنند.

بررسی ردپای اکولوژیکی دانشجویان به تفکیک دانشکده نیز

نشان داد که نه تنها مقدار این شاخص برای دانشکده‌های موجود در دانشگاه یکسان نبود، بلکه در بعضی موارد تفاوت قابل توجهی بین دانشکده‌ها مشاهده شد، به‌طوری‌که کمترین مقدار این شاخص با ۱/۳۰ هکتار جهانی مربوط به دانشکده الهیات و بیشترین مقدار آن با ۱/۷۷ هکتار جهانی مربوط به دانشکده معماری بود (جدول ۱). دلیل بیشتر بودن ردپای دانشجویان دانشکده معماری، بالاتر بودن شاخص‌های ردپای غذا و انرژی (ناشی از حمل و نقل و ضایعات) این دانشکده، و از طرفی، دلیل پایین‌تر بودن این شاخص برای دانشجویان دانشکده الهیات، کمتر بودن مقدار ردپای غذا و به‌خصوص انرژی برای این دانشکده بود.

نتایج حاصله همچنین نشان داد که دانشکده‌های مرتبط با گروه‌های علوم انسانی، ردپای کمتر و دانشکده‌های گروه‌های مهندسی، از ردپای اکولوژیکی بیشتری برخوردار بودند. به‌دلیل این که گروه‌های مهندسی برای انجام تحقیقات درسی خود به امکانات و وسایل ازمایشگاهی قابل توجهی نیاز دارند، بنابراین میزان تولید ضایعات و مصرف انرژی آن‌ها در مقایسه با گروه‌های علوم انسانی بیشتر بوده و ردپای اکولوژی بیشتری دارند. مقایسه رشته‌های مختلف برای دانشجویان دانشگاه پنجاب هند از نظر ردپای اکولوژیکی نیز نشان داد که بیشترین ردپای اکولوژیکی مربوط به دانشجویان گروه‌های مهندسی بود. دلیل این امر، بیشتر بودن تعداد دانشجویان خوابگاهی این رشته‌ها بیان شد، زیرا رد پای اکولوژیکی دانشجویان خوابگاهی در تحقیق آن‌ها، به‌طور معنی‌داری (۲۹ درصد) از ردپای اکولوژیکی دانشجویان غیرخوابگاهی بیشتر بود (Raj et al., 2012).

جدول ۱- ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد به تفکیک دانشکده

Table 1- Ecological Footprint of students of FUM for different faculties

دانشکده **Faculty**	غذا **Food**	ساخت و ساز **Build up**	انرژی **Energy**	ردپای کل **Total EF**
الهیات و معارف اسلامی Theology and islamic studies	0.75	0.30	0.25	1.30
ادبیات و علوم انسانی Letters and humanities	0.85	0.30	0.37	1.52
علوم تربیتی و روان‌شناسی Education and psychology science (FEP)	0.83	0.30	0.31	1.44
ریاضیات Mathematical sciences	0.77	0.30	0.35	1.42
کشاورزی Agriculture	0.85	0.30	0.30	1.45
تربیت بدنی Sport sciences	0.89	0.30	0.33	1.52
دامپزشکی Veterinary sciences	0.84	0.30	0.33	1.47
علوم اداری و اقتصاد Economics and administrative sciences	0.77	0.30	0.33	1.40
منابع طبیعی و محیط زیست Natural resources and environment	0.97	0.30	0.30	1.57
مهندسی Engineering	0.84	0.30	0.46	1.60
معماری و شهرسازی Architecture and urbanism	0.98	0.30	0.49	1.77
علوم Science	0.92	0.30	0.32	1.54

نتیجه‌گیری

ردپای اکولوژیکی دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد در سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۶، معادل ۱/۵۱ هکتار جهانی محاسبه شد که از

مقدار آن در سطح جهانی و ملی کمتر می‌باشد. در بین اجزای تشکیل‌دهنده ردپای کل، ردپای غذا بیشترین تأثیر را در افزایش ردپای دانشجویان این دانشگاه داشت. بین ردپای اکولوژیکی دانشجویان دختر و پسر دانشگاه تفاوتی وجود نداشت، امّا در مقایسه دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، ردپای دانشجویان کارشناسی بیشتر بود. دانشجویان رشته معماری در مقایسه با دانشجویان سایر دانشکده‌ها، بیشترین و دانشجویان دانشکده الهیات کمترین ردپای اکولوژیکی را داشتند. بررسی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ردپای اکولوژیکی، شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت پایداری دانشگاه، شهر و یک جامعه می‌باشد و می‌تواند به مدیران و تصمیم‌گیرندگان برای رسیدن به اهداف پایداری کمک کند. به نظر می‌رسد برای کاهش ردپای دانشجویان و خصوصاً ردپای ملی درکشور، می‌توان از راهکارهای مناسبی مانند افزایش کارایی مصرف انرژی‌های مختلف، تشویق دانشجویان و شهروندان به استفاده بیشتر از سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی و استفاده بیشتر از تولیدات گیاهی در رژیم غذایی استفاده کرد.

سپاسگزاری

بودجه این پژوهش (با کد طرح ۴۷۸۹۰) از محل اعتبارات معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین گردید که بدین وسیله از ایشان سپاسگزاری می‌شود. همچنین از مدیریت اداری و پشتیبانی و مدیریت اداره تغذیه دانشگاه، به‌منظور تهیه اطلاعات و داده‌های لازم جهت انجام تحقیق حاضر، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

Alshuwaikhat, H.M., Abubakar, I., 2008. An integrated approach to achieving campus sustainability: Assessment of the current campus environmental management practices. Journal of Cleaner Production https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002

Baboulet, O., Lenzen, M., 2010. Evaluating the environmental performance of a university. Journal of Cleaner Production 18(12): 1134-1141. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.006

Bennett, M., Hopkinson, P., and James, P., 2006. Benchmarking Environmental Performance in the English University Sector. The Experience of the Higher Education Environmental Performance Improvement (HEEPI) Project. Sustainability Accounting and Reporting 409- 430. Biodiversity. Journal of Biological Conservation 173: 121–132. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4974-3_18

Clay, J., 2011. Freeze the footprint of food. Journal of Nature 475: 287–289. https://doi.org/10.1038/475287a

Conway, T.M., Dalton, C., Loo, J., and Benakoun, L., 2008. Developing ecological footprint scenarios on university campuses: A case study of the University of Toronto at Mississauga. International Journal of Sustainability in Higher Education 9(1): 4-20 https://doi.org/10.1108/14676370810842157

Dawe, G.F.M., Vetter, A., and Martin, S., 2004. An overview of ecological footprint and other tools and their application to the development of sustainability process. Journal of Sustainability in Higher Education 4: 340–371. https://doi.org/10.1108/14676370410561063

Dietrich, H.L., 2013. The role of emotion in environmental decision making. Ph.D. Dissertations and Student Research: Nebraska- Lincoln University. Nebraska, USA.

Flint, K., 2001. Institutional ecological footprint analysis: A case study of the University of Newcastle, Australia. Journal of Sustainability in Higher Education 2: 48–62. https://doi.org/10.1108/1467630110380299

Franz, J., and Papyrakis, E., 2011. Reconsidering the ‘ecological footprint’ index: Does it promote sustainable behavior? Available online at Web site http://www.esee2009. Si/papers/Papyrakis (verified 16 June 2011).

Galli, A., Wiedmann T., Ercin E., Knoblauch, D., Ewing, B., and Giljum, S., 2012. Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. Ecological Indicators 16: 100–112. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.017

Gan, Y., Liang, C., Huang, G., Malhi, S.S., Brandt, S.A., and Mupondwa, F.K., 2012. Carbon footprint of canola and mustard is a function of the rate of N fertilizer. International Journal of Life Cycle Assessment 17: 58–68. https://doi.org/10.1007/s11367-011-0337-z

Global Footprint Network (GFN)., 2018. Ecological Footprint. Available at Web site *https://www.footprintnetwork.org*

(verified 20 December 2019).

Hails, C., Loh, J., and Goldfinger, S., 2006. Living Planet Report. World Wide Fund for Nature International (WWF), Zoological Society of London (ZSL), Global Footprint Network, Gland, Switzerland. Available at Web site *https://www.panda.org/livingplanet* (verified 8 June 2010).

Kitzes, J.A., Galli, M., Baglianic, J., Barrett, G., Dige, S., Ede, K., Erb, S., Giljum, H., Haber, C., Hails, L., Jolia - Ferrierj, S., Jungwirt, M., Lenzen, K., Lewis, J., Loh, N., Marchettini, H., Messingero, K., Milnek, R., Molesp, C., Monfred, D., Moran, K., Nakano, A., Pyhalat, W., Rees, C., Simmons, M., Wackernagel, Y., Wada, C., Walsh and Wiedmanm. T., 2009. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. Journal of Ecological Economics 68: 1991–2007. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.022

Kitzes, J., Peller, A, Goldfinger, S., Wackernagel, M., 2007. Current methods for calculating national ecological footprint accounts. Journal of Environmental Science for Sustainable Society 4(1): 1-9.

Lambrechts, W., and Liedekerke, L.V., 2014. Using ecological footprint analysis in higher education: Campus operations, policy development and educational purposes. Journal of Ecological Indicators 45: 402–406. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.04.043.

Medina, M.A.P., and Toledo-Bruno, A.G., 2016. Ecological footprint of university students: Does gender matter? Global Journal of Environmental Science and Management 2(4): 339-344. https://doi.org/10.22034/gjesm.2016.02.04.003

Raj, S., Goel, S., Sharma, M., and Singh, A., 2012. Ecological footprint score in university students. Journal of Environmental and Occupational Science 1(1): 23-26. DOI : 10.5455/jeos.20120610031942

See, T.A., Weng Wai, C., and Safitri Zen, I., 2016. Ecological Footprint of Research University Students: A Pilot Case Study in Universiti Teknologi Malaysia. MATEC Web of Conferences 66, 00073. January 2016 pp. 1-5. https://doi.org/10.1051/matecconf/20166600073

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., and Ludwig, C., 2015. The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. The Anthropocene Review 1(2): 81-98. https://doi.org/10.1177/2053019614564785

United Nations Environment Programme (UNEP)., 2012. Global Outlook on Sustainable Consumption and Production Policies: Taking Action Together United Nations Environment Program, Nairobi. Available at Web site www.unenvironment.org (verified 5 February 2013).

United Nations Environment Programme (UNEP)., 2015. Global Outlook on Sustainable Consumption and Production Policies: Taking Action Together United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at Web site www.unenvironment.org (verified 25 December 2015).

Velazquez, L., Munguia, N., Platt, A., and Taddei. J., 2006. Sustainable university: What can be the matter? Journal of Cleaner Production 14(9): 810-819. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.008

Venetoulis, J., 2001. Assessing the ecological impact of a university, Ecological footprint for the University of Redlands. International Journal of Sustainability in Higher Education 2(2): 180-196. https://doi.org/10.1108/14676370110388381

Wackernagel, M., and Rees, W., 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, New Society Publishers, and Gabriolia Island, BC. 9(2):135-149.

Wackernagel, M., Monfreda, C., Schulz, N.B., Erb, K.H., Haberl, H., and Krausmann, F., 2004. Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges. Journal of Land Use Policy 21: 271–278. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.006.

Wolthers, H., Williamson, A., Urera, S., Syta, A., Scott, C., Moosuddee, S., McCartney, C., and Burgess, B., 2014. The Ecological Footprint of Kwantlen Polytechnic University. Edited by Sinead Speirs, Corinna Souder and Bill Burgess, Geog 4501, Fall 2014.

World Wide Fund for Nature (WWF)., 2002. Living Planet Report 2002. World Wildlife Found Editor. Available at Web site https://www.worldwildlife.org (verified 5 October 2002).

World Wide Fund for Nature (WWF)., 2012. Living Planet Report 2012: Biodiversity, biocapacity and better choices. Gland, Switzerland. Available at Web site https://www.worldwildlife.org (verified 20 December 2013).